



ET (Energy Test) システム

ET (Energy Test) System

伊原 文明*¹
Ihara Fumiaki

横山 隆司*¹
Yokoyama Takashi

梶 芳久*¹
Kaji Yoshihisa

塙 保二郎*¹
Hanawa Yasujiro

土地 清久*¹
Dochi Kiyohisa

あらまし

ET(Energy Test)システムは、燃料電池車やハイブリッド車などの燃料電池や高性能電池、モータアシスト用スーパーキャパシタなどの性能試験に使用される。電池の放出エネルギーを商用電力系に回生し再利用する環境にやさしいシステムである。

波形制御の高速化により、通常の充放電試験のほか、走行データによるシミュレーション、電池の寿命計測のためのインピーダンス測定などを可能とした。

また、生データや加工データの保存処理、電圧・電流・温度等の異常監視処理、測定値のトレンド表示、CANによるECUとの通信コントロール対応、ユーザネットワークとの対応、ユーザシステムとのデータ連携対応などのオプション機能も充実させた。

Abstract

The ET (Energy Test) system is being used for characteristic tests of Full Cell and high characteristic batteries for use in Full Cell Vehicles and Hybrid vehicles as well as performance tests of motor-assisting super capacitors. This is an environmentally friendly system which works to regenerate the energy discharged from batteries into commercial electric power.

Thanks to the high frequency wave form controls, the system has made it possible to conduct simulations using the traveling data and impedance measurements for remaining life checks for batteries, in addition to ordinary charging and discharging tests.

Also, we have enhanced and enriched optional functions such as storage processing's of data, abnormality monitoring processing's for voltage, current, temperature, etc., measurement value trend indications, applications to the communication controls with the ECU by means of the CAN, applications to the user networks and applications to data coordination with the user systems.

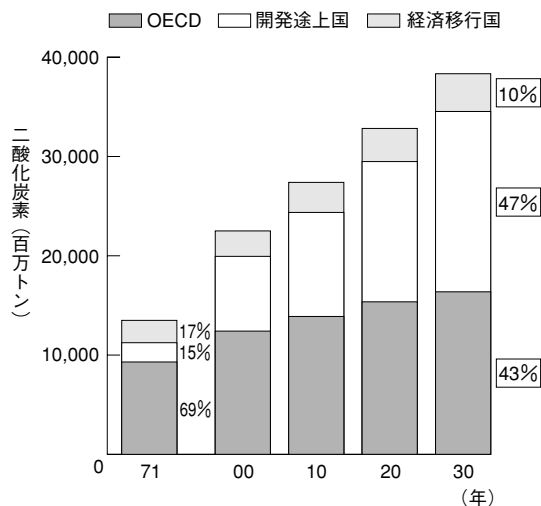
* 1 パワトロシステム事業部 第二パワトロシステム部

1. ま え が き

ET (Energy Test) システムは、燃料電池車やハイブリッド車などの燃料電池や高性能電池、モータアシスト用スーパーキャパシタなどの性能試験に使用される。

エネルギーの消費量とそれに伴う二酸化炭素の排出量は、表1のように年々増加の傾向にある。二酸化

表1 二酸化炭素排出量推移



資料：IEA「World Energy Outlook 2002」

化炭素が増大すると、「温室効果」^{注1)}によって地表面の温度が上昇し、生態系に大きな影響をもたらす。

また、今後、大幅な乗用車の普及（2010年で3000万台）、ガソリン価格の高騰（2010年で2倍）が予測されている。これらの背景から、2005年以降、北米、欧州、日本では車両排気ガス規制が実施される。

このため、燃料電池車やハイブリッド車など環境対応車両の開発が進められている。

今回、10kHzの高速応答や当社製データロガー「セルモニ^{注2)}」搭載により0.05%の電圧・電流の高精度測定を実現し、スタート・加速時の放電モード、減速時の電力回生に相当の充電モードにより、走行シミュレーションが可能なETシステムを開発したので報告する。

また、ETシステムは電池の放出エネルギーを回生コンバータにより商用電力系に回生して再利用する、環境にやさしいシステムである。

2. 概 要

2.1 装置概要

図1に今回開発した回生型ETシステムの外観、表2に装置の標準仕様一覧を示す。

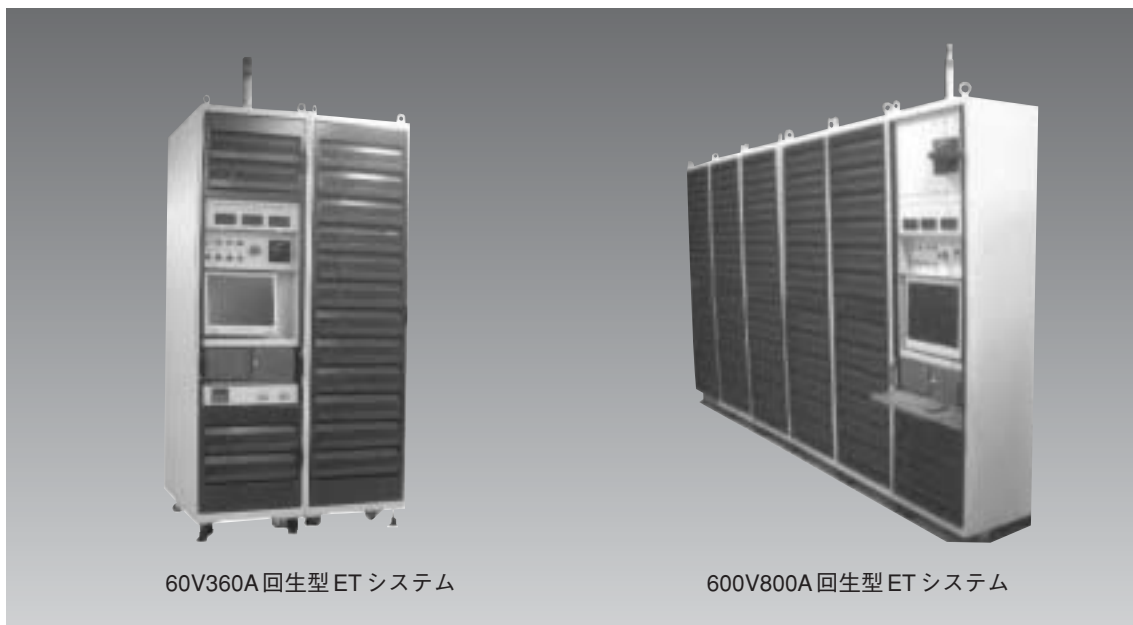


図1 装置外観

注1) CO₂、水蒸気、オゾン、フロンガスなどが地球を覆うと、熱が宇宙に逃げないため、地球は温室のようになり気温が上がる。これを温室効果という。温室効果の6割以上はCO₂が原因である。

注2) セルモニ (Cellmoni) は、富士通アクセス株式会社の登録商標。

表2 装置系列

電 圧	800V	600V	300V	60V
高速対応	—	○	○	○
チャンネル数	1	1	1	1~2
電流レンジ	5A STEP	10A STEP	20A STEP	30A STEP
電力レンジ	4kW	6kW	6kW	1.8kW
増設電流	60A STEP	60A STEP	120A STEP	120A STEP
標準電流	60A	60A	—	—
	120A	120A	—	—
	180A	180A	120A	120A
	240A	240A	240A	240A
	360A	360A	360A	360A
	480A	480A	480A	480A
	600A	600A	600A	600A
電力例	720A	720A	—	—
	60kW	60kW	60kW	20kW
	120kW	120kW	120kW	40kW
	150kW	150kW	150kW	60kW
逆潮流対応	300kW	300kW	300kW	120kW
	*全て入力側絶縁トランスによる直流偏位電流防止対応有り			

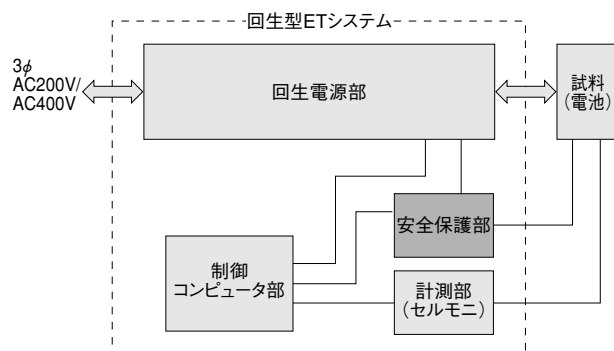


図2 システム構成

標準電圧系列800V / 600V / 300V / 60V, 標準電流系列60A / 120A / 240A / 360A / 480A / 600A / 720A, 標準電力系列20kW / 40kW / 60kW / 120kW / 150kW / 300kWより選択し, システム構築する。また, 再生電源部はユニット構成のため, 標準系列以外の仕様にも柔軟に対応できる。600V / 300V / 60V タイプは, 高速動作対応である。また, すべてのモデルは入力側絶縁トランスによる直流偏位電流防止対応である。

図2にシステム構成を示す。

再生型ETシステムは, 再生電源部, 計測部, 安全保護部, 制御コンピュータ部の各部より構成する。

再生電源部は, 絶縁トランス, 交流再生コンバー

タ, 直流双方向コンバータで構成し, 0Vからの充電, 放電動作に対応する。計測部は, 各CH絶縁, 最大500CH同時サンプリングが可能なセルモニにより, 計測処理を行う。安全保護部は, 電圧・電流・温度などの計測データによる上限下限保護, 異常時の一次側, 出力側ラインの遮断保護, 制御コンピュータの異常監視等によってシステムの安全性を確保している。制御コンピュータ部は, ミラーリングRAID (Reundant Array of Inexpensive Disks)^{注3)}を採用してデータの安全性を高めている。

2.2 開発の課題

環境対応車両用電池の特性評価では, 通常の充放電試験のほか, 走行データによるシミュレーション, 電池の寿命計測のためのインピーダンス測定機能, CAN (Controller Area Network)^{注4)}通信機能などへの対応が要求される。

これらの要求に対応するため, 以下の課題を設定して製品化を行った。

- 1) 波形制御の高速化
- 2) ゼロクロス歪みの改善
- 3) 電流ディップの改善
- 4) 計測部のセルモニ化
- 5) 低騒音化
- 6) アプリケーションソフトの高機能対応

注3) 複数のハードディスクを管理する技術で, RAID 0からRAID 5まで6レベルがある。RAID 1はミラーリングとも呼ばれ, 同一のデータを複数のディスクに書き込み, 耐障害性を高める。

注4) ドイツのボッシュ社が提唱している, 車載用ネットワークの仕様。

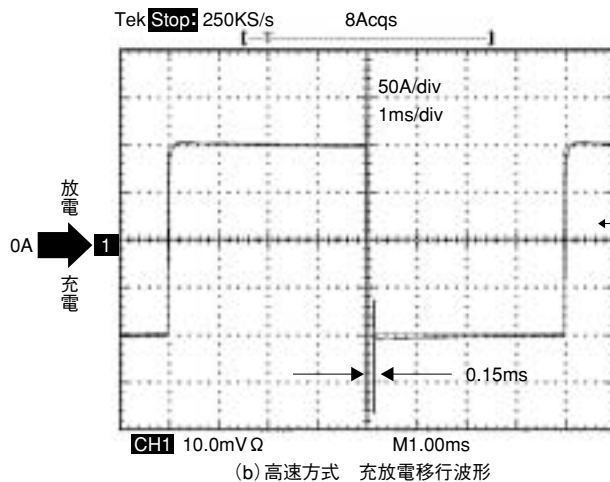
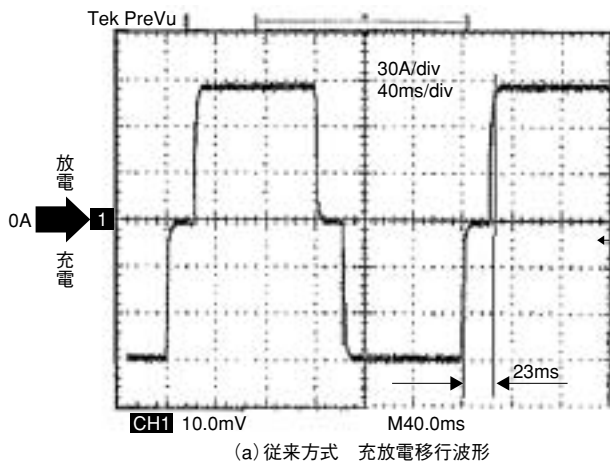


図3 充放電移行波形

3. 開発の内容

ETシステムは、充電+休止/放電+休止を繰り返す規定運転や走行シミュレーションが可能なプログラム運転の実行、セル電圧・スタック電圧・電流・温度など、多チャンネルの計測表示・保存処理、電圧・電流・温度による上限下限保護などの各種機能を有し、電池の評価試験を高精度かつ安全に実行する。

3.1 波形制御の高速化

1) 充放電移行時間の高速化

従来の装置では、充電、放電の切り換えを半導体スイッチで行っていたため、図3(a)のように移行に約23msの時間を要していた。今回、切り換えスイッチの不要な無切り換え方式を開発し、図3(b)のように移行時間0.15msを実現して、従来比1/150以上と大幅に高速化した。

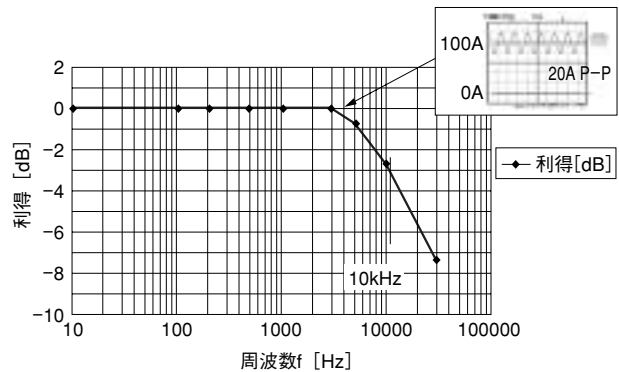


図4 周波数応答特性

2) 周波数帯域の広域化

図4のように、 -3dB 周波数を10kHzまで広域化し、交流電流重畳はDC - 3kHzまでの0dB動作を可能とした。また、応答時間は、立ち上り約0.08ms、立ち下り約0.05msと高速化を実現した。

交流重畳を行う場合、従来方式では専用負荷ユニットのオプション追加が必要であったが、周波数帯域の広域化によって、オプション無しでの交流重畳(交流インピーダンス測定)を可能とし、小型・低コスト化も実現した。

3.2 ゼロクロス歪みの改善

従来方式では、電流のゼロクロス時に波形歪みを生じていたが、オーバーラップ方式の開発により、ゼロクロス時の歪みを解消した。これによって、波形の設定精度を向上した。

3.3 電流ディップの改善

従来のレンジコントロール方式では、レンジ切替に半導体スイッチを使用し、レンジごとに独立した制御系のため、切り換え時、電流ディップ^{注5)}が生じていた。今回、新しいレンジ切り換え方式を開発し、差分電流制御によりレンジ移行時の電流ディップをなくし、スムーズなレンジ移行を実現した。これによって、ピーク電流とボトム電流の差が大きな波形も誤差なくシミュレート可能とした。

3.4 計測部のセルモニタ

従来の装置では、各チャンネルごとに絶縁アンプを挿入し、アナログ・デジタル変換ボードにて多チャンネル(CH)計測を行っていた。今回、計測部の高精度化、小型・低コスト化のため、各CH間

注5) 一時的に下がる現象。

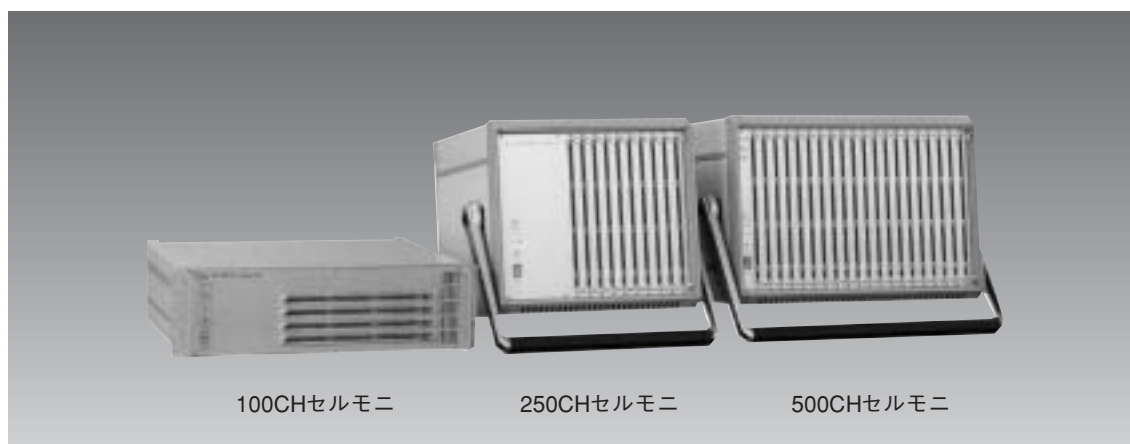


図5 セルモニ

1000V絶縁，最大500CHの同時サンプリングが可能な専用計測装置セルモニを開発し，高精度化と低コスト化を実現した。セルモニは25CH測定 of 電圧ボード（1～24CHは100mV／2V／5V／20Vレンジ，25CHは200V／500Vレンジ追加），25CH測定 of 温度ボード，それぞれ最大100CH／250CH／500CHそれぞれ実装可能なフレームからなる（図5参照）。1台でセル電圧，スタック電圧，電流（シャント抵抗測定），温度など，全計測に対応できる。

3.5 低騒音化

従来の装置では，充放電動作と連動して冷却ファンもオン／オフしていた。このため，設定電流が小さく発熱量が少ない条件でも，すべての冷却ファンは定格動作となり，騒音の一因となっていた。

今回，追加のFAN制御用感温センサの情報により，適切なFAN電圧制御を行う。これによって，4パターンのFAN制御を実現し，軽から中負荷時での低騒音化を実現した。

3.6 アプリケーションソフトの高機能対応

アプリケーションソフトは，充電／休止／放電／休止の基本パターンを実行する規定試験モード，最大60000ステップまたは5000ステップ×50パターンまで実行可能なプログラムモード（走行データよりロードし，実行可能）対応の運転方式，電圧・電流・温度・容量・時間などによる移行処理，10msサンプリングでの生データや電流容量・最大値等の加工データの保存処理，電圧・電流・温度等の異常

監視処理，測定値のトレンド表示などが可能である。

今回，CANによるECU^{注6)}との通信コントロール対応，ユーザネットワークとの対応，ユーザーシステムとのデータ連携対応などのオプション機能を充実させた。

また，1992年から開発ソフトLabVIEW^{注7)}をいち早く導入し，迅速なアプリケーションソフトの変更にも対応が可能である。

4. 応用分野

回生型ETシステムは，環境対応車の電池評価試験に加え，以下の用途としても最適である。

4.1 電源／負荷装置

回生型ETシステムは，充電機能を活用し，電源として動作可能であり，また，放電機能を活用し，回生負荷として動作可能である。これによって，大容量電源，回生負荷としてモータ・コンバータなどの評価試験に活用できる。

4.2 バッテリーエミュレータ

回生型ETシステムにバッテリーの放電特性，充電特性をプログラム設定することにより，疑似バッテリーとしての使用を可能とした。これによって，インバータなどの評価に活用できる。

4.3 その他

航空宇宙・船舶等の電池評価用，特殊車両の電力制御用としても最適である。

注6) Electronic (Engine) Control Unitの略で，各センサからの情報をもとに，車のエンジンを制御する装置。

注7) ナショナルインスツルメンツ社の制御用アプリケーション開発ソフト。

5. む す び

今回の開発によって、波形制御の高速化、ゼロクロス歪みの改善、電流ディップの改善を図り、走行データによるシミュレーションの高精度な実行、オプション無しでの電池のインピーダンス測定を可能とした小型化ETシステムを実現した。

また、計測部のセルモニ開発による高精度な同期測定や、低騒音化、多機能アプリケーションソフトの高機能化も合わせて実現した。

今回開発した回生型ETシステムは、大容量、高電圧な評価試験に最適だが、低ノイズ、高速、高精度、小容量多チャンネルに最適な電子負荷タイプも用意している。これらにより、小容量電池から大容量電池評価までの広範囲に対応可能である。



[開発者] 左から、梶，土地，横山，埜

